

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-128231

(43)Date of publication of application : 11.05.2001

---

(51)Int.Cl.

H04Q 7/36

H04L 12/28

H04L 12/56

---

(21)Application number : 11-307311

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 28.10.1999

(72)Inventor : TAKASUGI KOICHI  
SUZUKI YASUO  
KUBOTA SHUJI

---

(54) VARIABLE AREA ADHOC NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optimum transfer method optimum to both communications in the case that communication emphasizing a frequency utilization efficiency and communication emphasizing the shortening of a mean transfer time are intermingled.

SOLUTION: The network decides transmission power by taking a frequency utilization efficiency, a required transfer time, importance and kinds of transmitted information into account.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application other  
than the examiner's decision of rejection  
or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3585790
[Date of registration]	13.08.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] It is the adjustable area ad-hoc network characterized by to have a means to by which said radio communication equipment determines transmitted power required for this transmission in advance of transmission of a wireless packet in the ad hoc network which was equipped with two or more radio communication equipments, and was equipped with a means by which this radio communication equipment transmits and receives a wireless packet mutually, and a means transmit a wireless packet using the transmitted power determined with this means to determine.

[Claim 2] Said radio communication equipment is the adjustable area ad hoc network according to claim 1 where it had the routing table which recorded the path information between each radio communication equipment which constitutes a network, and the communication link propriety information for every path, the information on the dependability of that information, and transmitted power information required for a communication link were recorded on this routing table.

[Claim 3] A means by which a means to determine said transmitted power presumes the frequency use effectiveness about two or more paths to the radio communication equipment of two or more dispatch places, and the necessary transfer time with reference to said routing table, A means to choose the path from which the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which are demanded according to the significance and the class of dispatch information according to the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which were presumed by this means to presume become the optimal, An adjustable area ad hoc network including the means made into the transmitted power which had the transmitted power which the communication link using the path chosen by this means to choose takes determined according to claim 2.

[Claim 4] Transmitted power information when the wireless packet concerned is transmitted to the path information field of a wireless packet is recorded. Said radio communication equipment The means which takes out path information from the path

information field of the wireless packet when the wireless packet by which the self-radio communication equipment is specified as the destination is received, The adjustable area ad hoc network [ equipped with a means to transmit a wireless packet with the transmitted power according to the transmitted power information acquired from the path information ] according to claim 1.

[Claim 5] A means by which said radio communication equipment takes out path information from the path information field of the wireless packet which received, the path information indicated by this path information and self routing table -- comparing -- frequency use effectiveness -- and -- or with a means to judge the existence of a path by which the necessary transfer time is improved The adjustable area ad hoc network [ equipped with a means to transmit a wireless packet according to the path when there is said path improved according to the judgment result ] according to claim 2.

[Claim 6] A means by which said radio communication equipment transmits a wireless packet including the update information of a routing table whenever renewal of the routing table of every fixed time amount and the count of predetermined is performed. When a wireless packet including the update information of a routing table is received being alike, when the modification time of the routing table which self holds with reference to the transfer hysteresis information included in the wireless packet concerned is older than the transfer time of the update information included in the wireless packet concerned being alike -- the adjustable area ad hoc network [ equipped with a means to update the routing table which self holds according to the update information concerned ] according to claim 2.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The isolated network which communicates between radio communication equipments locally is called ad hoc network, and this invention is used for the radio communication equipment which constitutes this ad hoc network.

[0002]

[Description of the Prior Art] It consists of two or more radio communication equipments, and the transmitted power at the time of transmitting a wireless packet between radio communication equipments conventionally is being fixed beforehand in the ad hoc network to which transmission and reception of data are performed by the wireless packet between the radio communication equipment.

[0003] Therefore, when the electric-wave range determined by transmitted power to

the distance between radio communication equipments is big, an electric wave is radiated more than the field where a transmission place radio communication equipment and the radio communication equipment to relay exist, and frequency use effectiveness falls.

[0004] The example to which frequency use effectiveness falls to drawing 18 with the conventional technique is shown. Here, the wireless packet is transmitted to the radio communication equipment F from the radio communication equipment A. On the contrary, since it is necessary to relay and transmit many radio communication equipments in order to transmit a wireless packet to a long distance radio communication equipment, when the electric-wave range determined by transmitted power to the distance between radio communication equipments is small, there is a problem that the transfer time increases. The example which the transfer time increases to drawing 19 with the conventional technique is shown. Here, the wireless packet is transmitted to the radio communication equipment F from the radio communication equipment A.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although there is an advantage that there is little transfer time since a wireless packet can be transmitted to many radio communication equipments with the small number of hop to the distance between radio communication equipments in the big wireless network of transmitted power, frequency use effectiveness will fall and the traffic in a wireless network will be restricted.

[0006] Moreover, although there is an advantage that improvement in frequency use effectiveness is expectable with repeat use of a frequency in the wireless network where transmitted power is small, to the distance between radio communication equipments, although a wireless packet is relayed, the number of hop increases, and there is a problem that the transfer time starts.

[0007] Therefore, when the non real-time data communication than to which greater importance is attached to frequency use effectiveness, and the network control data transmission and the real-time data communication than to which greater importance is attached to compaction of the average transfer time are intermingled, it is difficult to choose the respectively optimal transfer approach for both sides.

[0008] This invention is carried out to such a background, and when the communication link than to which greater importance is attached to frequency use effectiveness, and the communication link than to which greater importance is attached to compaction of the average transfer time are intermingled, it aims at offering the adjustable area ad hoc network which can choose the respectively optimal transfer approach for both sides.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is characterized by choosing the optimal wireless packet transfer approach according to an informational significance

and an informational class by determining transmitted power in consideration of the frequency use effectiveness for every path, the necessary transfer time, the significance of the information which sends, and a class.

[0010] In addition, about frequency use effectiveness, the square of the radius of electric-wave attainment area will be made into the area of that area, it asks for total of the area of the use area of the communication device used for a communication link, and if the value of this use area area is large, it supposes that frequency use effectiveness is small, and more frequency reuse will be attained, so that use area area is small, and frequency use effectiveness will presuppose that it is large.

[0011] Moreover, with the transfer time, let total of the needed count of a transfer be the transfer time noting that 1 time of the transfer time of a wireless packet cuts in 1 unit time amount. The value which divided this transfer time by the number of destination terminals of commo data is the average transfer time.

[0012] Moreover, an informational significance and an informational class are classified by having said whether emphasis is put on the conditions required of a communication link shortening the transfer time (transfer delay time amount) as much as possible, or it was data which data transfer delay does not worry. In this invention, if it is data which transfer delay does not worry, emphasis will be put on aiming at a deployment of a frequency.

[0013] That is, this invention is equipped with two or more radio communication equipments, and this radio communication equipment is the ad hoc network equipped with a means to transmit and receive a wireless packet mutually.

[0014] Here, said radio communication equipment is equipped with a means to determine transmitted power required for this transmission in advance of transmission of a wireless packet, and a means to transmit a wireless packet using the transmitted power determined with this means to determine, and the place by which it is characterized [ of this invention ] has it in the place which realizes an adjustable area ad hoc network. When the communication link than to which greater importance is attached to frequency use effectiveness, and the communication link than to which greater importance is attached to compaction of the average transfer time are intermingled by this, the respectively optimal transfer approach for both sides can be chosen.

[0015] As for said radio communication equipment, it is desirable to have the routing table which recorded the path information between each radio communication equipment which constitutes a network, and to record the communication link propriety information for every path, the information on the dependability of that information, and transmitted power information required for a communication link on this routing table.

[0016] A means by which a means to determine said transmitted power presumes the frequency use effectiveness about two or more paths to the radio communication equipment of two or more dispatch places, and the necessary transfer time with

reference to said routing table, A means to choose the path from which the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which are demanded according to the significance and the class of dispatch information according to the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which were presumed by this means to presume become the optimal, It is desirable to consider as a configuration including the means made into the transmitted power which had the transmitted power which the communication link using the path chosen by this means to choose takes determined.

[0017] It is desirable for transmitted power information when the wireless packet concerned is transmitted to the path information field of a wireless packet to be recorded, and to consider said radio communication equipment as a configuration equipped with the means which takes out path information from the path information field of the wireless packet when the wireless packet by which the self-radio communication equipment is specified as the destination is received, and a means to transmit a wireless packet with the transmitted power according to the transmitted power information acquired from the path information. Thereby, the radio communication equipment which received the wireless packet can be obtained from the wireless packet which received the information on required transmitted power, when performing the response to the wireless packet.

[0018] A means by which said radio communication equipment takes out path information from the path information field of the wireless packet which received, the path information indicated by this path information and self routing table -- comparing -- frequency use effectiveness -- and -- or with a means to judge the existence of a path by which the necessary transfer time is improved When there is said path improved according to the judgment result, it is desirable to consider as a configuration equipped with a means to transmit a wireless packet according to the path. When the path information at the time of a wireless packet being transmitted is changed after the wireless packet's is transmitted by this and a still more suitable path exists, a wireless packet can be transmitted using the suitable path.

[0019] A means by which said radio communication equipment transmits a wireless packet including the update information of a routing table whenever renewal of the routing table of every fixed time amount and the count of predetermined is performed, When a wireless packet including the update information of a routing table is received being alike, when the modification time of the routing table which self holds with reference to the transfer hysteresis information included in the wireless packet concerned is older than the transfer time of the update information included in the wireless packet concerned being alike -- it is desirable to consider as a configuration equipped with a means to update the routing table which self holds according to the update information concerned. Thereby, the routing table of each radio communication equipment belonging to an adjustable area ad hoc network can be periodically made into the newest thing.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The configuration of the adjustable area ad hoc network of this invention example is explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 6 . Drawing 1 is drawing showing the example of a configuration of the adjustable area ad hoc network of this invention example. Drawing 2 is the important section block block diagram of the transmitting network of the radio communication equipment of this invention example. Drawing 3 is drawing showing the example of a configuration of the routing table of this invention example. Drawing 4 is the important section block block diagram of the path of this invention example, and the transmitted power decision section. Drawing 5 is the important section block block diagram of the receiving network of the radio communication equipment of this invention example. Drawing 6 is drawing showing the example of a configuration of the wireless packet as the wireless packet and control packet as a data packet of this invention example. Similarly in this invention example, a data packet and a control packet are made a wireless packet.

[0021] This invention is equipped with two or more radio communication equipments 1-1 to 1-3 as shown in drawing 1 , and this radio communication equipment 1-1 to 1-3 is an ad hoc network which transmits and receives a wireless packet mutually.

[0022] Here, a radio communication equipment 1-1 to 1-3 is equipped with the path and the transmitted power decision section 10 which determines transmitted power required for this transmission in advance of transmission of a wireless packet, and the transmitting section 11 which transmits a wireless packet using the transmitted power determined by this path and the transmitted power decision section 10, and the place by which it is characterized [ of this invention ] has it in the place which realizes an adjustable area ad-hoc network, as shown in drawing 2 .

[0023] The communication link propriety information for every path and transmitted power information required for a communication link are recorded, and a radio communication equipment 1-1 to 1-3 can compute the dependability information on modification time information to communication link propriety information further, as it has the routing table 12 which recorded the path information between each radio-communication-equipment [ which constitutes the network ] 1-1 - 1-3 and is shown in this routing table 12 at drawing 3 . About this calculation approach, it mentions later.

[0024] As shown in drawing 4 , a path and the transmitted power decision section 10 The frequency use effectiveness and the necessary transfer-time presumption section 20 which presume the frequency use effectiveness and the necessary transfer time with which the dependability of a predetermined communication link is filled with reference to routing table 12 about two or more paths to the radio communication equipment of two or more dispatch places, The optimal-path selection section 21 which chooses the path from which the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which are demanded according to the significance and

the class of dispatch information according to the frequency use effectiveness and the necessary transfer time which were presumed by this frequency use effectiveness and the necessary transfer-time presumption section 20 become the optimal. The transmitted power selection section 22 made into the transmitted power which had the transmitted power which the communication link using the path chosen by this optimal-path selection section 21 takes determined is included.

[0025] As are shown in drawing 6 , and transmitted power information when the wireless packet concerned is transmitted to the path information field 30 of a wireless packet is recorded and it is shown in drawing 5 A radio communication equipment 1-1 to 1-3 is equipped with the path information acquisition section 40 which takes out path information from the path information field of the wireless packet when the wireless packet by which the self-radio communication equipment 1-1 to 1-3 is specified as the destination is received. A path and the transmitted power decision section 10 transmit a wireless packet with the transmitted power according to the transmitted power information acquired from the path information.

[0026] A radio communication equipment 1-1 to 1-3 takes out path information from the path information field 30 of the wireless packet which received by the path information acquisition section 40. Moreover, the optimal-path selection section 21 Or the existence of a path by which the necessary transfer time is improved is judged. the path information indicated by this path information and the self routing table 12 -- comparing -- communicative dependability -- and -- or frequency use effectiveness -- and -- When there is said path improved according to the judgment result, a wireless packet is transmitted according to the path.

[0027] The update information generation section 13 which transmits the wireless packet in which a radio communication equipment 1-1 to 1-3 includes the update information of the routing table 12 whenever renewal of the routing table 12 of every fixed time amount and the count of predetermined is performed, When a wireless packet including the update information of the routing table 12 is received being alike, when the modification time of the routing table 12 which self holds with reference to the transfer hysteresis information included in the wireless packet concerned by the update information acquisition section 41 is older than the transfer time of the update information included in the wireless packet concerned being alike -- it has the update information judging section 42 which updates the routing table 12 which self holds according to the update information concerned.

[0028] In the adjustable area ad hoc network shown in drawing 1 , in case each radio communication equipment 1-1 to 1-3 transmits a wireless packet, it changes the electric-wave attainment range by changing a transmitted power value by the path and the transmitted power decision section 10. Moreover, each radio communication equipment 1-1 to 1-3 has the transceiver function of a wireless packet.

[0029] As shown in drawing 6 (a), there are a wireless packet as a data packet which performs data communication, and a wireless packet as a control packet which



exchanges a routing table, the network configuration information on a radio communication equipment, etc. between radio communication equipments as shown in drawing 6 (b) in a frame format. The destination field which indicate a sequence number for a wireless packet to identify each packet and the radio device number of the next junction place of a wireless packet, The data identification information field 32 which shows the classification and significance of data, the path information field 30 which show a transfer path, the destination radio communication equipment which indicates the radio device number of the final destination, It consists of the transfer hysteresis field 31 and the transmit data in which the path to which this packet has been transmitted is shown, and, as for the wireless packet as a control packet, control data is stored in the part of the transmit data of the wireless packet as a data packet. Moreover, a data packet and a control packet are identified by the data identification information field 32.

[0030] The example of a configuration of the path information field 30 is shown in drawing 7 . The path information field 30 connect two or more things which made the group the radio device number which sends a wireless packet, and two or more radio numbers of transmitted power and an arrival-of-the-mail place in the transmission. The junction path of the wireless packet of the transmitting agency radio-communication-equipment assignment at the time of receiving the wireless packet in which the radio device number has path information field 30 called the terminal (3 (1, 50, 2, 3), 100, 4, 5) which is 1 in drawing 7 is illustrated.

[0031] The example of a configuration of the transfer hysteresis field 31 is shown in drawing 8 . The transfer hysteresis field 31 connects two or more radio device numbers, transmitted power, and groups that consist of transmitted time of day. drawing 8 -- as an example -- the radio device number -- the radio communication equipment of 4 -- the following -- \*\* (3 (2 (1, 50, 10), 100, 15), 500, 35) -- the transfer path to which this wireless packet at the time of receiving a wireless packet with the transfer hysteresis field to say has been transmitted is shown.

[0032] As shown in drawing 3 , the time of day at the time of a routing table updating the transmitted power which the number of two radio communication equipments and both radio communication equipments need for transmitting and receiving a wireless packet, and this routing table at the end, and communicative dependability are indicated.

[0033] Next, the actuation at the time of transmitting a wireless packet by the adjustable area ad hoc network of this invention example is explained as the first example -- the fifth example.

[0034] (The first example) The flow chart of the first example is shown in drawing 9 . Whenever each radio communication equipment transmits a wireless packet to each radio communication equipment of the destination, it changes electric-wave attainment area and makes frequency use effectiveness improve by determining and transmitting a wireless packet using the determined transmitted power from the

information on a routing table that the transmitted power of an electric wave required for this transmission is held itself etc., if the Request to Send of a wireless packet occurs. This actuation is performed by a path and the transmitted power decision section 10.

[0035] Although suitable initial value is written in first, the need transmitted power of the routing table shown in drawing 3 From the transmitting radio device number and transmitted power which were shown in the transfer hysteresis field when a communication device repeated a communication link, and its time information From the transmitted power value of the transmitting radio communication equipment of this wireless packet of said transfer hysteresis field information shown in the wireless packet which the end of a local received, and the information on the receiving quality of the input signal at that time The need and sufficient transmitted power can presume some to said transmitting radio communication equipment, and the newest transmitted power information can be acquired by updating the routing table serially based on this information. This actuation is performed by the update information judging section 42.

[0036] (The second example) The flow chart of the second example is shown in drawing 10 . This flow chart shows the path decision approach and the transmitting approach of a radio communication equipment of a transmitting agency. Below, a procedure is shown. First, the radio communication equipment of the transmitting origin of a wireless packet receives a Request to Send, and moves to actuation of path decision. Actuation of path decision creates the candidate of the path to a transmission place radio communication equipment using the information on the routing table which oneself holds first. On the other hand, as law, each radio communication equipment is regarded as a node, the graph which makes the thing which creates the candidate of a path, and which cubed required transmitted power between each radio communication equipment the cost between corresponding nodes is created, and there is a method of searching for a path cost or whose number of junction decreases using a Bellman-Ford algorithm etc. And dependability is computed based on the modification time of a routing table.

[0037] On the other hand, as law, the difference of current time and modification time is taken, for example, the threshold of 30 seconds, 1 minute, 5 minutes, and 10 minutes for which dependability is computed is established to the difference, and the method of establishing five steps of reliability is in the condition of [ in 1 minute after reliability 5 or 30 seconds ] reliability 4 for 30 seconds after 0 second. And the candidate who does not fulfill the dependability decided with the source radio communication equipment cancels, moves to the actuation which creates the next path candidate, and when dependability is fulfilled, he memorizes the path candidate. By repeating this actuation, two or more reliable path candidates can be found. Furthermore, to each of these path candidates, frequency use effectiveness and the estimate of the transfer time are calculated, and the significance and the class of

transfer-request data determine the optimal path. This actuation is performed by a path and the transmitted power decision section 10.

[0038] Next, it moves to the send action of a wireless packet. The send action of a wireless packet indicates the transmitted power in each junction actuation in the case of transmitting in connection with the determined path and its path to the path information field of a wireless packet.

[0039] And each item of a sequence number, the destination, a destination radio communication equipment, and the transfer hysteresis field is indicated to a wireless packet, and transmit data or control data is stored and it transmits with the decided transmitted power. This actuation is performed by the transmitting section 11.

[0040] (The third example) Next, the flow chart of the third example is shown in drawing 11. The actuation for acting as intermediary in the path which this flow chart is the transmitting origin of a junction radio communication equipment, and was specified is shown.

[0041] First, a junction radio communication equipment receives the wireless packet by which the self-radio communication equipment is specified as the destination. Next, the transmitted power accompanying the transfer path which the self-radio communication equipment relays from the path information field of a wireless packet, and its transfer path is taken out. It considers as the path information field of the wireless packet which transmits the taken-out path information field. This actuation is performed by the path information acquisition section 40.

[0042] Furthermore, it considers as the next destination in the path which took out the destination field of a wireless packet. It indicates in the transfer hysteresis field of the non-cotton packet which adds the send action of the wireless packet of a self-radio communication equipment to the transfer hysteresis of the wireless packet which received, and transmits to it, and copies from the wireless packet or wireless packet which received the transmit data or the control data. A wireless packet is transmitted with the transmitted power specified in the path information field of the wireless packet which received at the end, or a wireless packet. This actuation is performed by a path, the transmitted power decision section 10, and the transmitting section 11.

[0043] (The fourth example) The flow chart of the fourth example is shown in drawing 12. The actuation for relaying this flow chart in the path determined as the path decision approach in a junction radio communication equipment is shown. This actuation can replace junction actuation of the third example, and discovers the still more nearly optimal path by reconstructing a path with a junction radio communication equipment.

[0044] The actuation is explained below. First, a junction radio communication equipment receives the wireless packet by which the self-radio communication equipment is specified as the destination. Next, it moves to actuation of path decision. In actuation of path decision, the transmitted power accompanying the transfer path

which the self-radio communication equipment relays from the path information field of a wireless packet first, and its transfer path is taken out. This actuation is performed by the path information acquisition section 40.

[0045] It creates using the approach which indicated the candidate of the path to a destination radio communication equipment by explanation of the flow chart of drawing 10 using the information on the routing table which oneself furthermore holds. The path candidate's dependability is computed by the approach indicated by explanation of the flow chart of drawing 10 based on the modification time of a routing table. The candidate who does not fulfill the dependability decided with the source radio communication equipment cancels, moves to the actuation which creates the next path candidate, and when dependability is fulfilled, he memorizes the path candidate. By repeating this actuation, two or more reliable path candidates can be found. Furthermore, to each of this path candidate, frequency use effectiveness and the estimate of the transfer time are calculated, and the significance and the class of transfer-request data determine the optimal path. This actuation is performed by a path and the transmitted power decision section 10.

[0046] The determined optimal path is compared with the path taken out from the path information field of the wireless packet which received here, and when the taken-out path is the more nearly optimal, it considers as the path information field of the wireless packet which transmits the taken-out path information field. Furthermore, it considers as the next destination in the path which took out the destination field of a wireless packet. It indicates in the transfer hysteresis field of the wireless packet which adds the send action of the wireless packet of a self-radio communication equipment to the transfer hysteresis of the wireless packet which received, and transmits to it. A wireless packet is transmitted with the transmitted power specified in the path information field of the wireless packet which received at the end.

[0047] When the newly created path is the more nearly optimal, the transmitted power at the time of transmitting in accordance with the path and its path is indicated to the path information field of a wireless packet. Next, it copies from the packet which indicated each item of a sequence number, the destination, a destination radio communication equipment, and the transfer hysteresis field to the wireless packet, and received the transmit data, the control data, etc. A wireless packet is transmitted with the transmitted power decided in the path created at the end. This actuation is performed by the update information acquisition section 41, the update information judging section 42, and the update information generation section 13.

[0048] (The fifth example) The flow chart of the fifth example is shown in drawing 13, and 14 and 15. Drawing 13 shows the actuation which updates the routing table when receiving a wireless packet including routing table update information. In this actuation, if a wireless packet including routing table update information is received, routing table update information will be taken out from a wireless packet, and the routing table currently held based on this information will be updated. This actuation is

performed by the update information acquisition section 41 and the update information judging section 42.

[0049] Drawing 14 shows the actuation which updates a routing table from the information on the transfer hysteresis field of a wireless packet. In this actuation, if a wireless packet is received, transfer hysteresis will be taken out from a wireless packet, and the routing table currently held based on this information is updated.

[0050] Drawing 15 shows the actuation for notifying the update information of the routing table which a self-radio communication equipment holds to other radio communication equipments. In this actuation, when fixed time amount transmission of the update information of the routing table of a self-radio communication equipment is not carried out or renewal of a routing table occurs n times, it transmits according to the flow chart which shows a wireless packet including routing table update information to drawing 10. However, it is carried out only when the renewal of a routing table has the modification time of the routing table currently held older than the modification time of update information in the above actuation. This actuation is performed by the update information judging section 42.

[0051] (Example conclusion) The example at the time of thinking as important and transmitting the case where frequency use effectiveness is thought as important and transmitted to drawing 16 and 17, and the transfer time is shown. Drawing 16 and 17 assume the case where a wireless packet is transmitted to radio communication equipments B, C, D, E, and F from a radio communication equipment A. In drawing 16 and 17, the circle shows the electric-wave attainment range when transmitting a wireless packet with the determined transmitted power, and since drawing 17 relays a radio communication equipment D and a wireless packet is transmitted, frequency use effectiveness calculates the area of the radius 2 of the electric-wave attainment range, and a radius 1, and is calculated with  $1 \times 1 + 2 \times 2 = 5$ . Moreover, supposing it cuts the average transfer time in 1 unit time amount to one transfer of a wireless packet, it will be calculated with  $(1+1+2+2) / 4 = 1.5$ .

[0052] Similarly, in drawing 17, frequency use effectiveness is calculated with  $3 \times 3 = 9$ , and the average transfer time is calculated with  $(1+1+1+1) / 4 = 1$ .

[0053] As mentioned above, it becomes possible by controlling transmitted power in this invention to control the frequency use effectiveness and the average transfer time in an adjustable area ad hoc network. For this reason, it is possible to choose the optimal transfer approach in the non real-time data communication than to which greater importance is attached to frequency use effectiveness, and the network control data transmission and the real-time data communication than to which greater importance is attached to compaction of the average transfer time.

[0054]

[Effect of the Invention] As explained above, when the communication link than to which greater importance is attached to frequency use effectiveness, and the communication link than to which greater importance is attached to compaction of

the average transfer time are intermingled according to this invention, the respectively optimal transfer approach for both sides can be chosen.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing the example of a configuration of the adjustable area ad hoc network of this invention example.

[Drawing 2] The important section block block diagram of the transmitting network of the radio communication equipment of this invention example.

[Drawing 3] Drawing showing the example of a configuration of the routing table of this invention example.

[Drawing 4] The path of this invention example, and the important section block block diagram of the transmitted power decision section.

[Drawing 5] The important section block block diagram of the receiving network of the radio communication equipment of this invention example.

[Drawing 6] Drawing showing the example of a configuration of the data packet of this invention example, and a control packet.

[Drawing 7] Drawing showing the example of a configuration of the path field.

[Drawing 8] Drawing showing the example of a configuration of the transfer hysteresis field.

[Drawing 9] The flow chart of the first example.

[Drawing 10] The flow chart of the second example.

[Drawing 11] The flow chart of the third example.

[Drawing 12] The flow chart of the fourth example.

[Drawing 13] The flow chart which shows the actuation which updates the routing table when receiving a wireless packet including the routing information on the fifth example.

[Drawing 14] The flow chart which shows the actuation which updates a routing table from the information on the transfer hysteresis field of the wireless packet of the fifth example.

[Drawing 15] The flow chart which shows the actuation for notifying the update information of the routing table which the self-radio communication equipment of the fifth example holds to other radio communication equipments.

[Drawing 16] Drawing for explaining the frequency use effectiveness and the average transfer time at the time of thinking as important and transmitting frequency use effectiveness.

[Drawing 17] Drawing for explaining the frequency use effectiveness and the average

transfer time at the time of thinking as important and transmitting the transfer time.

[Drawing 18] Drawing showing the example to which frequency use effectiveness falls with the conventional technique.

[Drawing 19] Drawing showing the example which the transfer time increases with the conventional technique.

[Description of Notations]

1-1 to 1-3, 1-5, A-F Radio communication equipment

10 Path and Transmitted Power Decision Section

11 Transmitting Section

12 Routing Table

13 Update Information Generation Section

20 Frequency Use Effectiveness and Necessary Transfer-Time Presumption Section

21 Optimal-Path Selection Section

22 Transmitted Power Selection Section

30 Path Information Field

31 Transfer Hysteresis Field

32 Data Identification Information Field

40 Path Information Acquisition Section

41 Update Information Acquisition Section

42 Update Information Judging Section

---

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-128231

(P2001-128231A)

(43)公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)		
H 0 4 Q	7/36	H 0 4 B	7/26	1 0 5 Z	5 K 0 3 0
H 0 4 L	12/28	H 0 4 L	11/00	3 1 0 B	5 K 0 3 3
	12/56		11/20	1 0 2 D	5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数6 ○ L (全 11 頁)

(21)出願番号	特願平11-307311	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成11年10月28日(1999. 10. 28)	(72)発明者	▲高▼杉 耕一 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	鈴木 康夫 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(74)代理人	100078237 弁理士 井出 直孝 (外1名)

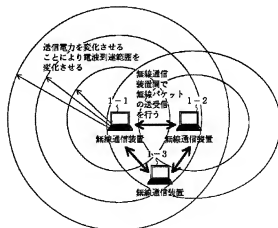
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 可変エリアアドホックネットワーク

## (57)【要約】

【課題】 周波数利用効率が重視される通信と、平均転送時間の短縮が重視される通信とが混在する場合に、双方にそれぞれ最適な転送方法を選択する。

【解決手段】 経路毎の周波数利用効率および所要転送時間と、発信する情報の重要度および種類とを考慮して送信電力を決定する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線通信装置を備え、この無線通信装置は、相互に無線バケットを受受信する手段を備えたアドホックネットワークにおいて、前記無線通信装置は、無線バケットの送信に先立ってこの送信に必要な送信電力を決定する手段と、この決定する手段により決定した送信電力を用いて無線バケットを送信する手段とを備えたことを特徴とする可変エリアアドホックネットワーク。

【請求項 2】 前記無線通信装置は、ネットワークを構成する各無線通信装置間の経路情報を記録したルーチングテーブルを備え、このルーチングテーブルには、各経路毎の通信可否情報およびその情報の信頼性の情報および通信に必要な送信電力情報が記録された請求項 1 記載の可変エリアアドホックネットワーク。

【請求項 3】 前記送信電力を決定する手段は、前記ルーチングテーブルを参照して複数の発信先の無線通信装置までの複数経路についての周波数利用効率および所要転送時間を推定する手段と、この推定する手段により推定された周波数利用効率および所要転送時間にしたがって発信情報の重要度および種類に応じて要求される周波数利用効率および所要転送時間が最悪となる経路を選択する手段と、この選択する手段により選択された経路を用いる通信に要する送信電力を決定した送信電力とする手段とを含む請求項 2 記載の可変エリアアドホックネットワーク。

【請求項 4】 無線バケットの経路情報フィールドに、当該無線バケットが送信されたときの送信電力情報が記録され、

前記無線通信装置は、自無線通信装置が宛先に指定されている無線バケットを受信したときにその無線バケットの経路情報フィールドから経路情報を取り出す手段と、その経路情報から取得した送信電力情報にしたがう送信電力により無線バケットを送信する手段とを備えた請求項 1 記載の可変エリアアドホックネットワーク。

【請求項 5】 前記無線通信装置は、受信した無線バケットの経路情報フィールドから経路情報を取り出す手段と、この経路情報と自己のルーチングテーブルに記載された経路情報とを比較して周波数利用効率およびまたは所要転送時間が改善される経路の有無を判定する手段と、その判定結果にしたがって前記改善される経路があるときにはその経路にしたがって無線バケットを送信する手段とを備えた請求項 2 記載の可変エリアアドホックネットワーク。

【請求項 6】 前記無線通信装置は、一定時間あるいは所定回数のルーチングテーブルの更新が行われる毎にルーチングテーブルの更新情報を含む無線バケットを送信する手段と、ルーチングテーブルの更新情報を含む無線バケットを受信したときには当該無線バケットに含

まれる転送履歴情報を参照し自己が保持するルーチングテーブルの更新時刻が当該無線バケットに含まれる更新情報の転送時刻よりも古いときには当該更新情報にしたがって自己が保持するルーチングテーブルを更新する手段とを備えた請求項 2 記載の可変エリアアドホックネットワーク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 ローカルに無線通信装置間で通信を行う孤立したネットワークをアドホックネットワークといい、本発明は、このアドホックネットワークを構成する無線通信装置に利用する。

## 【0002】

【従来の技術】 複数の無線通信装置から構成され、その無線通信装置間で無線バケットによってデータの受送信が行われるアドホックネットワークでは、従来は、無線通信装置間で無線バケットを送信する際の送信電力はあらかじめ固定されている。

【0003】 そのため無線通信装置間の距離に対し送信電力によって決定される電波到達距離が大きな場合は、送信先無線通信装置や中継する無線通信装置の存在する領域以上に電波が放射され周波数利用効率が低下する。

【0004】 図 18 に従来技術で周波数利用効率が低下する例を示す。ここでは無線通信装置 A から無線通信装置 F に無線バケットを送信している。逆に、無線通信装置間の距離に対し送信電力によって決定される電波到達距離が小さな場合は、遠くの無線通信装置に無線バケットを送信するためには、多くの無線通信装置を中継して転送する必要があるため、転送時間が増加するという問題がある。図 19 に従来技術で転送時間が増加してしまう例を示す。ここでは無線通信装置 A から無線通信装置 F に無線バケットを送信している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように、無線通信装置間の距離に対し送信電力の大きな無線ネットワークでは、少ないホップ数で多くの無線通信装置に無線バケットを送信できるため、転送時間が少ないという利点があるが、周波数利用効率が低下し、無線ネットワーク内での通信量が制限されてしまう。

【0006】 また、無線通信装置間の距離に対し送信電力が小さな無線ネットワークでは、周波数の繰り返し利用により周波数利用効率の向上が期待できるという利点があるが、無線バケットを中継するのにホップ数がかさみ、転送時間がかかるという問題がある。

【0007】 したがって、周波数利用効率が重視されるノンリアルタイムデータ通信と、平均転送時間の短縮が重視されるネットワーク制御データ通信およびリアルタイムデータ通信とが混在する場合に、双方にそれぞれ最適な転送方法を選択することは困難である。

【0008】 本発明は、このような背景に行われたもの

であって、周波数利用効率を重視される通信と、平均転送時間の短縮が重視される通信とが混在する場合に、双方にそれぞれ最適な転送方法を選択することができる可変エリアアドホックネットワークを提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、経路毎の周波数利用効率および所要転送時間および発信する情報の重要度および種類を考慮して送信電力を決定することにより、情報の重要度および種類に応じて最適な無線パケット転送方法を選択することを特徴とする。

【0010】なお、周波数利用効率については、電波到達エリアの半径の二乗をそのエリアの面積とし、通信に使用される通信装置の使用エリアの面積の総和を求め、この使用エリア面積の値が大きければ、周波数利用効率は小さいとし、使用エリア面積が小さいほど、より多くの周波数再利用が可能となり、周波数利用効率は大きいとする。

【0011】また、転送時間とは、無線パケットの一回の転送時間が1単位時間かかるとして、必要となる転送回数の総和を転送時間とする。この転送時間を通信データの宛先端末数で割った値が平均転送時間である。

【0012】また、情報の重要度および種類は、通信に要求される条件が、転送時間（転送遅延時間）を極力短くすることに重点が置かれるか、あるいは、データの転送遅延が気にならないようなデータであるかといったことにより分類される。本発明では、転送遅延が気にならないデータであれば、周波数の有効利用を図ることに重点を置く。

【0013】すなわち、本発明は、複数の無線通信装置を備え、この無線通信装置は、相互に無線パケットを送受信する手段を備えたアドホックネットワークである。

【0014】ここで、本発明の特徴とするところは、前記無線通信装置は、無線パケットの送信に先立ってこの送信に必要な送信電力を決定する手段と、この決定する手段により決定した送信電力を用いて無線パケットを送信する手段とを備え、可変エリアアドホックネットワークを実現することにある。これにより、周波数利用効率を重視される通信と、平均転送時間の短縮が重視される通信とが混在する場合に、双方にそれぞれ最適な転送方法を選択することができる。

【0015】前記無線通信装置は、ネットワークを構成する各無線通信装置間の経路情報を記録したルーチングテーブルを備え、このルーチングテーブルには、各経路毎の通信可否情報およびその情報の信頼性の情報および通信に必要な送信電力情報が記録されることが望ましい。

【0016】前記送信電力を決定する手段は、前記ルーチングテーブルを参照して複数の発信先の無線通信装置までの複数経路についての周波数利用効率および所要

転送時間を推定する手段と、この推定する手段により推定された周波数利用効率および所要転送時間にしたがって発信情報の重要度および種類に応じて要求される周波数利用効率および所要転送時間が最適となる経路を選択する手段と、この選択する手段により選択された経路を用いる通信に要する送信電力を決定して送信電力とする手段とを含む構成とすることが望ましい。

【0017】無線パケットの経路情報フィールドに、当該無線パケットが送信されたときの送信電力情報が記録され、前記無線通信装置は、自無線通信装置が宛先に指定されている無線パケットを受信したときにその無線パケットの経路情報フィールドから経路情報を取り出す手段と、その経路情報から取得した送信電力情報に基づいて送信電力により無線パケットを送信する手段とを備える構成とすることが望ましい。これにより、無線パケットを受信した無線通信装置は、その無線パケットに対する応答を行うときに必要な送信電力の情報を受信した無線パケットから得ることができる。

【0018】前記無線通信装置は、受信した無線パケットの経路情報フィールドから経路情報を取り出す手段と、この経路情報と自己のルーチングテーブルに記載された経路情報とを比較して周波数利用効率および必要転送時間が改善される経路の有無を判定する手段と、その判定結果にしたがって前記改善される経路があるときにはその経路にしたがって無線パケットを送信する手段とを備える構成とすることが望ましい。これにより、無線パケットが送信された時点の経路情報とその無線パケットが送信された後に変更となり、さらに、適当な経路が存在する場合には、その適当な経路を用いて無線パケットを転送することができる。

【0019】前記無線通信装置は、一定時間毎あるいは所定回数のルーチングテーブルの更新が行われる毎にルーチングテーブルの更新情報を含む無線パケットを送信する手段と、ルーチングテーブルの更新情報を含む無線パケットを受信したときには当該無線パケットに含まれる転送履歴情報を参照し自己が保持するルーチングテーブルの更新時刻が当該無線パケットに含まれる更新情報の転送時刻よりも古いときには当該更新情報にしたがって自己が保持するルーチングテーブルを更新する手段とを備える構成とすることが望ましい。これにより、可変エリアアドホックネットワークに属する各無線通信装置のルーチングテーブルを定期的に最新のものとすることができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】本発明実施例の可変エリアアドホックネットワークの構成を図1ないし図6を参照して説明する。図1は本発明実施例の可変エリアアドホックネットワークの構成例を示す図である。図2は本発明実施例の無線通信装置の送信系統の要部ブロック構成図である。図3は本発明実施例のルーチングテーブルの構成例

を示す図である。図4は本発明実施例の経路および送信電力決定部の要部ブロック構成図である。図5は本発明実施例の無線通信装置の受信系統の要部ブロック構成図である。図6は本発明実施例のデータパケットとしての無線パケットおよび制御パケットとしての無線パケットの構成例を示す図である。本発明実施例では、データパケットおよび制御パケットを同じく無線パケットということにする。

【0021】本発明は、図1に示すように、複数の無線通信装置1～1～1～3を備え、この無線通信装置1～1～1～3は、相互に無線パケットを送受信するアドホックネットワークである。

【0022】ここで、本発明の特徴とするところは、無線通信装置1～1～1～3は、図2に示すように、無線パケットの送信に先立ってその送信に必要な送信電力を決定する経路および送信電力決定部10と、この経路および送信電力決定部10により決定した送信電力を用いて無線パケットを送信する送信部11とを備え、可変エリアアドホックネットワークを実現することにある。

【0023】無線通信装置1～1～1～3は、ネットワークを構成している各無線通信装置1～1～1～3間の経路情報を記録したルーティングテーブル12を備え、このルーティングテーブル12には、図3に示すように、各経路毎の通信可否情報および通信に必要な送信電力情報が記録されており、さらに、更新時刻情報から通信可否情報の信頼性情報を算出することができる。この算出方法については後述する。

【0024】図4に示すように、経路および送信電力決定部10は、ルーティングテーブル12を参照して複数の発信先の無線通信装置までの複数経路について所定の通信の信頼性を満たす周波数利用効率および所要転送時間を推定する周波数利用効率および所要転送時間推定部20と、この周波数利用効率および所要転送時間推定部20により推定された周波数利用効率および所要転送時間にしたがって発信情報の重要度および種類に応じて要求される周波数利用効率および所要転送時間が最適となる経路を選択する最適経路選択部21と、この最適経路選択部21により選択された経路を用いる通信に要する送信電力を決定された送信電力とする送信電力決定部22とを含む。

【0025】図6に示すように、無線パケットの経路情報フィールド30に、当該無線パケットが送信されたときの送信電力情報が記録され、図5に示すように、無線通信装置1～1～1～3は、自無線通信装置1～1～1～3が宛先に指定されている無線パケットを受信したときにその無線パケットの経路情報フィールドから経路情報を取り出す経路情報取得部40を備え、経路および送信電力決定部10は、その経路情報から取得した送信電力情報にしたがう送信電力により無線パケットを送信する。

【0026】また、無線通信装置1～1～1～3は、経路情報取得部40により受信した無線パケットの経路情報フィールド30から経路情報を取り出し、最適経路選択部21は、この経路情報と自己のルーティングテーブル12に記載された経路情報とを比較して通信の信頼性およびまたは周波数利用効率およびまたは所要転送時間が改善される経路の有無を判定し、その判定結果にしたがって前記改善される経路があるときにはその経路にしたがって無線パケットを送信する。

【0027】無線通信装置1～1～1～3は、一定時間毎あるいは所定回数のルーティングテーブル12の更新が行われる毎にルーティングテーブル12の更新情報を含む無線パケットを送信する更新情報生成部13と、ルーティングテーブル12の更新情報を含む無線パケットを受信したときには更新情報取得部41により当該無線パケットに含まれる転送履歴情報を参照し自己が保持するルーティングテーブル12の更新時刻が当該無線パケットに含まれる更新情報の転送時刻よりも古いときには当該更新情報にしたがって自己が保持するルーティングテーブル12を更新する更新情報判定部42とを備える。

【0028】図1に示す可変エリアアドホックネットワークでは、各無線通信装置1～1～1～3は無線パケットを送信する際、経路および送信電力決定部10により送信電力値を変化させることにより、電波到達範囲を変化させる。また、各無線通信装置1～1～1～3は無線パケットの送受信機能を有している。

【0029】フレームフォーマットには、図6(a)に示すように、データ通信を行うデータパケットとしての無線パケットと、図6(b)に示すように、ルーティングテーブルや無線通信装置のネットワーク構成情報などを無線通信装置間でやり取りする制御パケットとしての無線パケットがある。無線パケットは各パケットを識別するためのシーケンス番号、無線パケットの次の中継先の無線通信装置番号を記載する宛先フィールド、データの種別や重要度を示すデータ識別情報フィールド32、転送経路を示す経路情報フィールド30、最終的な宛先の無線通信装置番号を記載する転送先無線通信装置、このパケットが転送されてきた経路を示す転送履歴フィールド31と送信データからなり、制御パケットとしての無線パケットはデータパケットとしての無線パケットの送信データの部分に制御データが格納される。また、データパケットと制御パケットはデータ識別情報フィールド32によって識別される。

【0030】経路情報フィールド30の構成例を図7に示す。経路情報フィールド30は無線パケットを発信する無線通信装置番号、その送信における送信電力と着信先の複数の無線通信番号を組にしたものを複数つけたものである。図7においては無線通信装置番号が1の端末が(1, 5, 0, 2, 3)、(3, 1, 0, 0, 4, 5)という経路情報フィールド30をもつ無線パケットを受信し

た場合における送信元無線通信装置指定の無線バケットの中継経路が図示されている。

【0031】図8に転送履歴フィールド31の構成例を示す。転送履歴フィールド31は無線通信装置番号、送信電力、送信した時刻からなる組を複数つなげたものである。図8には例として無線通信装置番号が4の無線通信装置が下記の(1, 50, 10)(2, 100, 15)(3, 500, 35)という転送履歴フィールドを持つ無線バケットを受信した場合の該無線バケットが転送されてきた転送経路を示してある。

【0032】図3に示すように、ルーチングテーブルは二つの無線通信装置の番号と両無線通信装置が無線バケットを送受信するのに必要な送信電力とこのルーチングテーブルを最後に更新した際の時刻と通信の信頼性が記載されている。

【0033】次に、本発明実施例の可変エリアアドホックネットワークにより無線バケットを送信する際の動作を第一実施例～第五実施例として説明する。

【0034】(第一実施例) 第一実施例のフローチャートを図9に示す。各無線通信装置は無線バケットの送信要求が発生したら、宛先の各無線通信装置に対して無線バケットを送信する毎にこの送信に必要な電波の送信電力を自ら保持しているルーチングテーブルの情報などから決定し、決定した送信電力を用いて無線バケットを送信することにより、電波到達エリアを変化させ、周波数利用効率を改善させる。この動作は経路および送信電力決定部10により行われる。

【0035】図3に示すルーチングテーブルの必要送信電力は、最初には適当な初期値が書き込まれているが、通信装置が通信を繰り返すことにより、転送履歴フィールドに示された送信無線通信装置番号と送信電力とその他の時刻情報から、自端末が受信した無線バケットに示された前記転送履歴フィールド情報の該無線バケットの送信無線通信装置の送信電力値とそのときの受信信号の受信品質の情報から、前記送信無線通信装置に必要な十分な送信電力がいくらかを推定でき、この情報を元にルーチングテーブルを逐次更新していくことにより最新の送信電力情報を得ることができる。この動作は更新情報判定部42により行われる。

【0036】(第二実施例) 第二実施例のフローチャートを図10に示す。このフローチャートでは、送信元の無線通信装置の経路決定方法および送信方法を示している。以下に、手順を示す。まず、無線バケットの送信元の無線通信装置は送信要求を受け、経路決定の動作に移る。経路決定の動作は、はじめに自らが保持しているルーチングテーブルの情報を用い、送信先無線通信装置までの経路の候補を作成する。経路の候補を作成する方法として、各無線通信装置をノードとみて、各無線通信装置間で必要な送信電力を三乗したものを対応するノード間のコストとするグラフを作成し、Bellman-Fordア

ルゴリズム等を用いて、コストまたは中継数が少なくなるような経路を求めていく方法がある。そして、信頼性をルーチングテーブルの更新時刻を元に算出する。

【0037】信頼性を算出する方法としては、現在時刻と更新時刻との差をとり、例えばその差に対して、30秒、1分、5分、10分という間隔を設け、0秒から30秒までを信頼度5、30秒から1分までを信頼度4、といった具合に5段階の信頼度を設ける方法がある。そして、転送元無線通信装置で決められた信頼性を満たしていない候補は破棄し、次の経路候補を作成する動作に移り、信頼性を満たしている場合はその経路候補を記憶しておく。この動作を繰り返すことにより、複数の信頼性の高い経路候補を見つけることができる。さらに、これらの経路候補それぞれに対し、周波数利用効率、転送時間の推定値を計算し、転送要求データの重要度および種類によって最適な経路を決定する。この動作は経路および送信電力決定部10により行われる。

【0038】次に無線バケットの送信動作に移る。無線バケットの送信動作は、決定した経路とその経路に伴って転送する場合の各中継動作における送信電力を無線バケットの経路情報フィールドに記載する。

【0039】そして、無線バケットにシーケンス番号、宛先、転送先無線通信装置、転送履歴フィールドの各項目を記載し、送信データまたは制御データを格納し、決められた送信電力で送信を行う。この動作は送信部11により行われる。

【0040】(第三実施例) 次に、第三実施例のフローチャートを図11に示す。このフローチャートは中継無線通信装置の送信元で指定された経路にて中継するための動作が示してある。

【0041】まず、中継無線通信装置は自無線通信装置が宛先に指定されている無線バケットを受信する。次に無線バケットの経路情報フィールドから自無線通信装置が中継していく転送経路とその転送経路に伴う送信電力を取り出す。取り出した経路情報フィールドを送信する無線バケットの経路情報フィールドとする。この動作は経路情報取得部40により行われる。

【0042】さらに、無線バケットの宛先フィールドを取り出した経路における次の宛先とする。受信した無線バケットの転送履歴に自無線通信装置の無線バケットの送信動作を追加し送信する無線バケットの転送履歴フィールドに記載し、送信データまたは制御データを受信した無線バケットまたは無線バケットから複写する。最後に受信した無線バケットまたは無線バケットの経路情報フィールドにて指定された送信電力で無線バケットを送信する。この動作は経路および送信電力決定部10および送信部11により行われる。

【0043】(第四実施例) 第四実施例のフローチャートを図12に示す。このフローチャートは中継無線通信装置における経路決定方法と決定した経路にて中継する

ための動作が示してある。この動作は第三実施例の中継動作を置き替えることができ、中継無線通信装置にて経路を再構築することにより、さらに最適な経路を発見するものである。

【0044】以下にその動作を説明する。まず、中継無線通信装置は自無線通信装置が宛先に指定されている無線パケットを受信する。次に経路決定の動作に移る。経路決定の動作においては、最初に無線パケットの経路情報フィールドから自無線通信装置が中継していく転送経路とその転送経路に伴う送信電力を取り出す。この動作は経路情報取得部40により行われる。

【0045】さらに自らが保持しているルーチングテーブルの情報を用い、転送先無線通信装置までの経路の候補を図10のフローチャートの説明で記載した方法等を用いて作成し、その経路候補の信頼性を、ルーチングテーブルの更新時刻を元に、図10のフローチャートの説明で記載した方法等により算出し、転送元無線通信装置で決められた信頼性を満たしていない候補は破棄し、次の経路候補を作成する動作に移り、信頼性を満たしている場合はその経路候補を記憶しておく。この動作を繰り返すことにより、複数の信頼性の高い経路候補を見つけることができる。さらに、この経路候補それぞれに対し、周波数利用効率、転送時間の推定値を計算し、転送要求データの重要度および種類によって、最適な経路を決定する。この動作は経路および送信電力決定部10により行われる。

【0046】ここで、決定された最適な経路と受信した無線パケットの経路情報フィールドから取り出した経路とを比較し、取り出した経路の方が最適であった場合は、取り出した経路情報フィールドを送信する無線パケットの経路情報フィールドとする。さらに、無線パケットの宛先フィールドを取り出した経路における次の宛先とする。受信した無線パケットの転送履歴に自無線通信装置の無線パケットの送信動作を追加し送信する無線パケットの転送履歴フィールドに記載する。最後に受信した無線パケットの経路情報フィールドにて指定された送信電力で無線パケットを送信する。

【0047】新たに作成した経路の方が最適であった場合には、その経路とその経路に沿って転送した場合の送信電力を無線パケットの経路情報フィールドに記載する。次に無線パケットにシーケンス番号、宛先、転送先無線通信装置、転送履歴フィールドの各項目を記載し送信データ、制御データ等を受信したパケットから複写する。最後に作成した経路で決められた送信電力にて無線パケットを送信する。この動作は、更新情報取得部41、更新情報判定部42、更新情報生成部13により行われる。

【0048】（第五実施例）第五実施例のフローチャートを図13、14、15に示す。図13はルーチングテーブル更新情報を含む無線パケットを受信したときのル

ーチングテーブルを更新する動作を示している。この動作においては、ルーチングテーブル更新情報を含む無線パケットを受信したら、無線パケットからルーチングテーブル更新情報を取り出し、この情報を元に保持しているルーチングテーブルを更新する。この動作は更新情報取得部41および更新情報判定部42により行われる。

【0049】図14は無線パケットの転送履歴フィールドの情報からルーチングテーブルを更新する動作を示している。この動作においては、無線パケットを受信したら無線パケットから転送履歴を取り出し、この情報を元に保持しているルーチングテーブルを更新する。

【0050】図15は自無線通信装置が保持するルーチングテーブルの更新情報を他の無線通信装置に通知するための動作を示している。この動作においては、自無線通信装置のルーチングテーブルの更新情報を一定時間送信していないか、ルーチングテーブルの更新がn回発生した場合はルーチングテーブル更新情報を含む無線パケットを図10に示すフローチャートにしたがって送信する。ただし、以上の動作においてルーチングテーブルの更新は、保持しているルーチングテーブルの更新時刻が更新情報の更新時刻よりも古い場合にのみ行われる。この動作は更新情報判定部42により行われる。

【0051】（実施例まとめ）図16、17に周波数利用効率を重視して転送した場合と転送時間を重視して転送した場合の例を示す。図16、17は無線通信装置Aから無線通信装置B、C、D、E、Fに無線パケットを送信する場合を想定している。図16、17において、円は決定された送信電力で無線パケットを送信したときの電波到達範囲を示しており、図17は無線通信装置Dを中継して無線パケットが転送されるため、周波数利用効率は電波到達範囲の半径2と半径1の面積を計算し、 $1 \times 1 + 2 \times 2 = 5$ と計算される。また、平均転送時間は無線パケットの一回の転送に1単位時間かかるのとすると、 $(1 + 1 + 2 + 2) / 4 = 1.5$ と計算される。

【0052】同様に図17において、周波数利用効率は $3 \times 3 = 9$ と計算され、平均転送時間は $(1 + 1 + 1 + 1) / 4 = 1$ と計算される。

【0053】以上のように、本発明においては送信電力を制御することにより、可変エリアアドホックネットワーク内における周波数利用効率と平均転送時間を制御することが可能となる。このため、周波数利用効率が重視されるノンリアルタイムデータ通信と平均転送時間の短縮が重視されるネットワーク制御データ送信、リアルタイムデータ通信において最適な転送方法を選択することが可能である。

【0054】  
【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、周波数利用効率が重視される通信と、平均転送時間の短縮が重視される通信とが混在する場合に、双方にそれぞれ最適な転送方法を選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の可変エリアドホックネットワークの構成例を示す図。

【図2】本発明実施例の無線通信装置の送信系統の要部ブロック構成図。

【図3】本発明実施例のルーチングテーブルの構成例を示す図。

【図4】本発明実施例の経路および送信電力決定部の要部ブロック構成図。

【図5】本発明実施例の無線通信装置の受信系統の要部ブロック構成図。

【図6】本発明実施例のデータパケットおよび制御パケットの構成例を示す図。

【図7】経路フィールドの構成例を示す図。

【図8】転送履歴フィールドの構成例を示す図。

【図9】第一実施例のフローチャート。

【図10】第二実施例のフローチャート。

【図11】第三実施例のフローチャート。

【図12】第四実施例のフローチャート。

【図13】第五実施例のルーチング情報を含む無線パケットを受信したときのルーチングテーブルを更新する動作を示すフローチャート。

【図14】第五実施例の無線パケットの転送履歴フィールドの情報からルーチングテーブルを更新する動作を示すフローチャート。

【図15】第五実施例の自無線通信装置が保持するルー

チングテーブルの更新情報を他の無線通信装置に通知するための動作を示すフローチャート。

【図16】周波数利用効率を重視して転送した場合の周波数利用効率および平均転送時間を説明するための図。

【図17】転送時間を重視して転送した場合の周波数利用効率および平均転送時間を説明するための図。

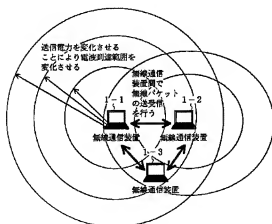
【図18】従来技術で周波数利用効率が低下する例を示す図。

【図19】従来技術で転送時間が増加してしまう例を示す図。

【符号の説明】

- 1-1~1-3、1-5、A~F 無線通信装置
- 10 経路および送信電力決定部
- 11 送信部
- 12 ルーチングテーブル
- 13 更新情報生成部
- 20 周波数利用効率および所要転送時間推定部
- 21 最適経路選択部
- 22 送信電力選定部
- 30 経路情報フィールド
- 31 転送履歴フィールド
- 32 データ識別情報フィールド
- 40 経路情報取得部
- 41 更新情報取得部
- 42 更新情報判定部

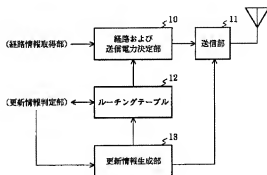
【図1】



【図8】



【図2】

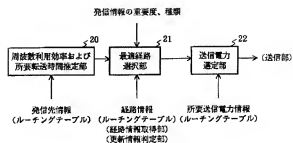


【図 3】

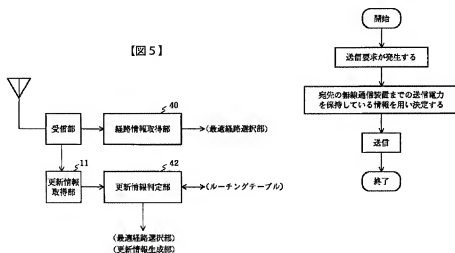
無線通信装置番号	無線通信装置番号	必要送信電力	更新時刻
1	2	100	10:25
1	3	500	10:15
...	...	...	...
5	6	-1	1:05
...	...	...	...

必要送信電力 -1 は通報不能を示す

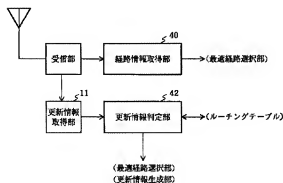
【図 4】



【図 5】



【図 5】



【図 6】

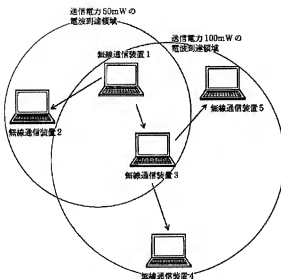
(a) データパケット

シーケンス番号	宛先 (受信無線通信装置)	データ識別情報 (データ種別、重要度等)	経路 情報	送信先 無線通信装置	転送履歴	送信データ

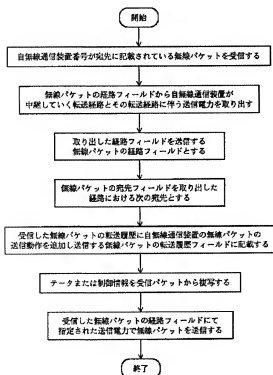
(b) 制御パケット

シーケンス番号	宛先 (受信無線通信装置)	データ識別情報 (データ種別、重要度等)	経路 情報	送信先 無線通信装置	転送履歴	制御データ (ルーティングテーブル 更新情報等)

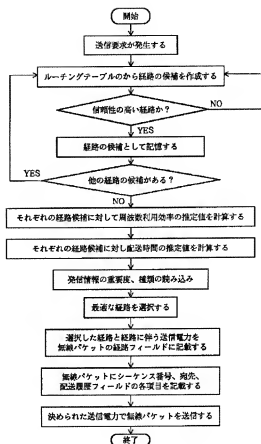
【図 7】



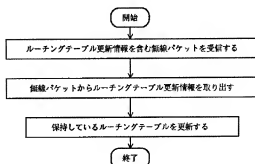
【図 11】



【図 10】

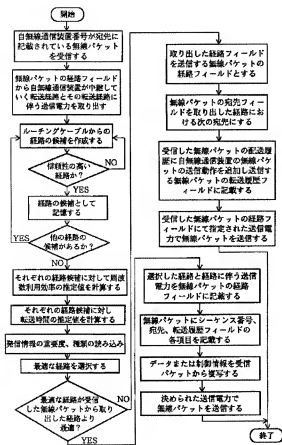


【図 13】

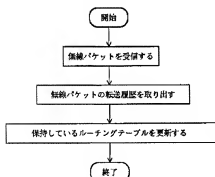




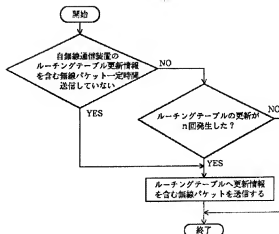
【図 12】



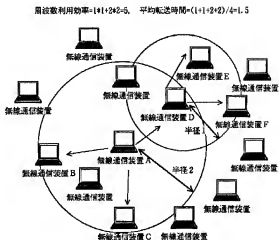
【図 15】



【図 14】

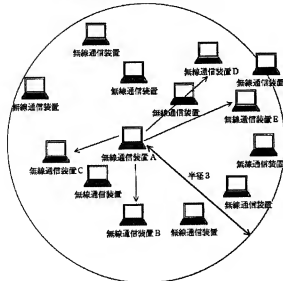


【図 16】



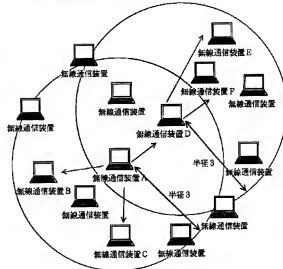
【図 17】

層数利用率 $\eta=3/3=1$ , 平均転送時間 $=(1+1+1)/4=1$



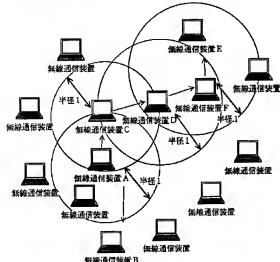
【図 18】

層数利用率 $\eta=3/3=1$ , 平均転送時間 $=(2+2)/2=2$



【図 19】

層数利用率 $\eta=1/1+1/1+1/1+1/1=4$ , 平均転送時間 $=(3+3)/2=3$



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 周治  
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA01 GA08 HC14 JL01 KA05  
LB05 LC09  
5K033 AA02 CC01 DA17 DB12  
5K067 AA11 AA14 CC08 EE12 EE55  
GG08 HH22 HH23